

DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*) DI SAMUDERA HINDIA BAGIAN TIMUR

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF BIGEYE TUNA (*Thunnus obesus*) IN EASTERN INDIAN OCEAN

Irwan Jatmiko, Bram Setyadji dan Dian Novianto

Peneliti pada Loka Penelitian Perikanan Tuna, Benoa – Bali

Teregistrasi 1 tanggal: 14 April 2014; Diterima setelah perbaikan tanggal: 04 September 2014;

Disetujui terbit tanggal: 08 September 2014

ABSTRAK

Ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) merupakan salah satu hasil tangkapan yang penting bagi industri perikanan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi spasial dan temporal ikan tuna mata besar di Samudera Hindia Bagian Timur. Pengumpulan data dilakukan oleh pemantau ilmiah (*scientific observers*) pada kapal rawai tuna yang berbasis di Pelabuhan Benoa Bali, mulai Agustus 2005 hingga November 2013. Ikan tuna mata besar yang tertangkap sebanyak 5.340 ekor dan dari jumlah tersebut sebanyak 5.253 ekor diukur panjangnya. Distribusi spasial ikan tuna mata besar yang tertangkap rawai tuna Indonesia membentang dari 0°-33° LS dan 76°-128° BT. Persentase tertinggi ikan tuna mata besar dengan panjang >110 cm (L_m) terdapat di sebelah barat Sumatera Barat dan di sebelah selatan Jawa Timur. Laju pancing menurut bulan penangkapan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan laju pancing tertinggi terjadi pada Agustus sebesar 0,54 ekor/100 mata pancing. Nelayan direkomendasikan untuk melakukan operasi penangkapan di daerah dengan persentase ukuran panjang ikan tuna mata besar >110 cm (L_m) tertinggi, sehingga species tersebut mempunyai kesempatan untuk melakukan pemijahan minimal sekali sepanjang hidupnya. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga kelestarian sumberdaya ikan tuna mata besar di Samudera Hindia.

KATA KUNCI: Tuna mata besar, distribusi, laju pancing, Samudera Hindia

ABSTRACT

Big eye tuna (Thunnus obesus) is one of the important catch of the fishing industry in Indonesia. The study is aimed to investigate the spatial and temporal distribution of big eye tuna in the Eastern Indian Ocean. Data were collected by scientific observers on tuna long line vessels which were mainly based in Port of Benoa Bali from August 2005 to November 2013. Total number of big eye tuna caught were 5,340 individuals and as many as 5,253 of them were measured in length. The spatial distribution of big eye tuna caught by Indonesia tuna long line are in the area between 0°-33° S and 76°-128° E. The highest percentage of big eye tuna with length bigger than 110 cm (L_m) occurred in the west of West Sumatera and in the south of East Java. The hook rate by months was significantly different and the highest hook rate was in August with 0.54/100 hooks. The fishermen are recommended to fish in areas of high percentage of big eye tuna with length more than 110 cm (L_m), to provide opportunities for the species to spawn at least once throughout their life. It is intended to sustain the big eye tuna resources in the Indian Ocean.

KEYWORDS: Big eye tuna, distribution, hook rate, Indian Ocean

PENDAHULUAN

Ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) merupakan spesies yang bermigrasi jauh (*highly migratory species*) yang penyebarannya berada di perairan tropis hingga perairan subtropis. Spesies ini dapat ditemukan di Samudera Atlantik, Hindia dan Pasifik (Collette & Nauen, 1983). Daerah penyebaran ikan tuna mata besar di Indonesia meliputi perairan barat dan selatan Sumatera, selatan Jawa, Bali dan

Nusa Tenggara, Laut Banda dan sekitarnya, Laut Sulawesi dan perairan barat Papua (Uktolseja *et al.*, 1991).

Berdasarkan data statistik perikanan, hasil tangkapan total kelompok tuna di Indonesia mencapai 1,297 juta ton dari tahun 2004 hingga 2011. Dari total tangkapan kelompok tuna tersebut, produksi ikan tuna mata besar merupakan kedua tertinggi yaitu sebesar 24%, sedang yang paling tinggi adalah madidihang

Korespondensi penulis:

Loka Penelitian Perikanan Tuna, Benoa – Bali; e-mail: irwan.jatmiko@gmail.com.

Jl. Raya Pelabuhan Benoa, Denpasar-Bali

sebesar 69%, sisanya adalah albakora sebesar 6% dan tuna sirip biru selatan kurang dari 1% dari total produksi kelompok tuna besar (DJPT, 2012).

Saat ini, kondisi stok ikan tuna mata besar di Samudera Hindia dalam keadaan baik, tidak dalam kondisi kelebihan tangkap (IOTC, 2013; ISSF, 2013). Meskipun demikian, meningkatnya permintaan produk tuna di dunia dalam beberapa tahun terakhir yang mengakibatkan berkembangnya jumlah armada penangkapan dapat mengancam kelestarian sumberdaya tuna. Oleh karena itu, pengelolaan secara tepat dan bertanggungjawab penting dilakukan untuk menjaga kelestarian sumberdaya tuna (FAO, 2012).

Informasi tentang penyebaran ikan dan faktor lingkungan merupakan hal yang penting untuk menentukan tingkat pemanfaatan dan pendugaan stok ikan, terutama spesies yang bermigrasi jauh (Lehodey, 2001). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran secara spasial dan temporal kelimpahan ikan tuna mata besar yang diindikasikan dari sebaran laju pancing dan kelimpahan ikan tuna mata besar yang berukuran panjang lebih besar dari panjang ikan tuna mata besar pertama kali matang gonad (L_m). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada nelayan tentang sebaran posisi dimana ikan tuna mata besar dewasa (pernah melakukan pemijahan). Hal ini penting untuk menjaga siklus hidup kelestarian sumberdaya ikan tuna mata besar. Selain itu, informasi temporal tentang kelimpahan ikan tuna mata besar dapat bermanfaat untuk meningkatkan hasil tangkapan nelayan.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan oleh pemantau ilmiah (*scientific observer*) mulai Agustus 2005 hingga November 2013 di kapal rawai tuna yang sebagian besar berbasis di Pelabuhan Benoa, Bali. Pengoperasian kapal rawai tuna per trip berlangsung selama 3 minggu sampai 3 bulan. Setiap tripnya, pemantau ilmiah mengumpulkan data harian operasi penangkapan berupa jumlah ikan tuna mata besar yang tertangkap, ukuran panjang cagak (FL) dan posisi tebar pancing (*setting*) yang diperoleh dari alat *Global Positioning System* (GPS). Meskipun demikian, tidak semua ikan yang tertangkap dapat diukur panjangnya karena beberapa faktor teknis di lapangan. Selain itu, pemantau ilmiah juga mencatat data jumlah pelampung dan jumlah mata pancing antar pelampung. Seluruh data harian ini (data jumlah hasil tangkapan dan jumlah mata pancing) dapat digunakan untuk menghitung laju pancing (*hook rate*)

setiap bulan dan laju pancing setiap luasan $5 \times 5^\circ$ lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) yang diperoleh dari data posisi *setting* dari GPS.

Analisis Data

Data hasil tangkapan distandarisasi dengan menggunakan rumus laju pancing (*hook rate*). Laju pancing didefinisikan sebagai jumlah hasil tangkapan (ekor) per satuan unit (100 mata pancing), yang berarti jumlah hasil tangkapan dihitung secara proporsional terhadap jumlah mata pancing. Nilai laju pancing dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari Klawe (1980) sebagai berikut:

$$HR = \frac{JI}{JP} \times A$$

dimana:

HR : laju pancing (hasil tangkapan/100 mata pancing)

JI : jumlah hasil tangkapan (ekor)

JP : jumlah mata pancing

A : 100 mata pancing

Distribusi spasial tuna mata besar dianalisis dengan menghitung sebaran laju pancing untuk tiap-tiap luasan $5 \times 5^\circ$ lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*). Untuk mendapatkan nilai sebaran laju pancing untuk tiap-tiap luasan ini, hasil tangkapan dan jumlah mata pancing dikelompokkan ke dalam luasan tersebut. Kemudian laju pancing untuk tiap-tiap luasan dapat dihitung menggunakan rumus Klawe (1980). Selanjutnya, laju pancing dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu: rendah ($<0,2$), sedang ($>0,2-0,5$) dan tinggi ($>0,5-1$). Kategori ini dibuat karena laju pancing tuna mata besar yang tertangkap rawai tuna sangat rendah.

Panjang pertama kali matang gonad (L_m) ikan tuna mata besar di Samudera Hindia adalah 110 cm (IOTC, 2013; Zhu *et al.*, 2011). Persentase kelimpahan ikan tuna mata besar yang memiliki panjang $> L_m$ pada luasan $5 \times 5^\circ$ lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) dibandingkan dengan total hasil tangkapan ikan tuna mata besar pada luasan tersebut. Persentase ikan tuna mata besar yang ukuran panjang > 110 cm untuk tiap-tiap luasan $5 \times 5^\circ$ lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu: rendah ($< 50\%$), sedang ($> 50\% - 70\%$) dan tinggi ($> 70\%$). Kategori ini dibuat untuk mengetahui status tuna mata besar yang diduga telah melakukan pemijahan sebelum tertangkap.

Distribusi temporal tuna mata besar dianalisis dengan menghitung laju pancing tuna mata besar per bulan. Analisis ini menggunakan data laju pancing

yang sudah dikelompokkan ke dalam tiap-tiap bulan. Data laju pancing setiap bulan kemudian dianalisis dengan uji statistik *one-way Anova*.

HASIL DAN BAHASAN
HASIL

Total sebanyak 87 trip dan 2.121 hari operasi penangkapan rawai tuna yang diamati oleh observer dengan sebaran posisi daerah penangkapan dari 0°-33° LS dan 76°-128° BT (Tabel 1). Tercatat sebanyak 5.337 ikan tuna mata besar tertangkap selama pengamatan pada periode 2005-2013. Dari total hasil tangkapan, sebanyak 5.253 ikan tuna mata besar dapat diukur panjangnya (panjang cagak = FL). Panjang rata-rata tuna mata besar yang tertangkap pada periode 2005-2013 adalah 115 cm, dengan ukuran rata-rata tertinggi 119 cm tercatat pada 2009 sedangkan terendah 109 cm terjadi pada 2006 (Gambar 1). Rata-rata laju pancing rawai tuna dalam menangkap ikan tuna mata besar adalah 0,30. Laju pancing tuna mata besar tertinggi terjadi pada 2012 sebesar 0,39, sedangkan terendah terjadi pada 2013 yaitu 0,18 (Gambar 2), tentunya dengan daerah penangkapan yang tidak terlalu sama.

Tabel 1. Jumlah trip, hari operasi, lintang dan bujur pengoperasian longline di Samudera Hindia Bagian Timur pada periode 2005-2013

Table 1. Number of trip, days operation, latitude and longitude longline operation in Eastern Indian Ocean in 2005-2013

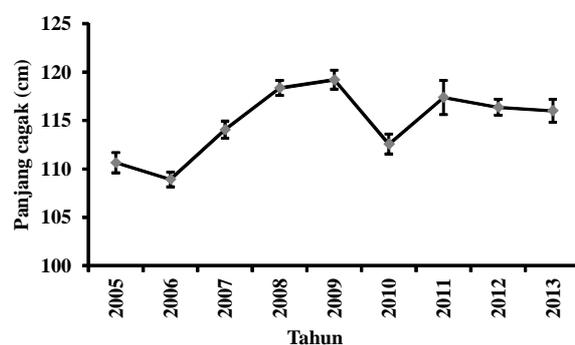
Tahun	Jumlah trip	Jumlah hari operasi	Lokasi	
			Lintang (°LS)	Bujur (°BT)
2005	9	117	12-16	107-116
2006	13	401	4-31	103-128
2007	13	258	9-33	79-115
2008	16	404	9-18	76-119
2009	13	288	0-14	95-119
2010	5	152	9-15	110-120
2011	4	111	6-30	95-124
2012	8	192	1-32	85-117
2013	6	198	9-13	100-121

Distribusi Spasial

Ikan tuna mata besar yang tertangkap oleh rawai tuna yang berasal dari Indonesia menyebar pada posisi lintang dan bujur 0°-33° LS dan 76°-128° BT. Daerah penangkapan ini kemudian dikelompokkan ke dalam luasan 5x5° untuk mengetahui penyebaran kepadatan laju pancing dan persentase jumlah ikan tuna mata besar yang memiliki panjang > 110 cm. Nilai panjang 110 cm merupakan ukuran panjang ikan tuna mata besar pertama kali matang gonad (L_m) (IOTC,

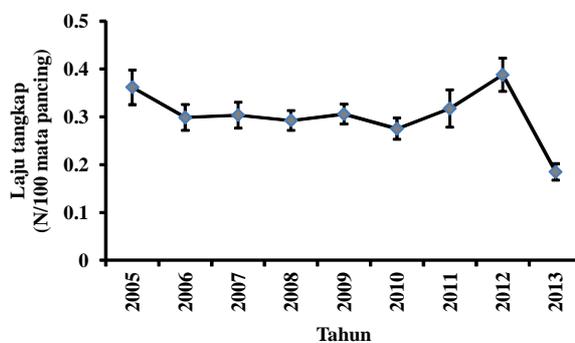
2013; Zhu *et al.*, 2011). Nilai laju pancing tinggi (> 0,5) terdapat di sebelah barat Sumatera tepatnya pada posisi 2° LU - 3° LS dan 90°-95° BT dan 8°-13° LS dan 95°-100° BT, selatan Jawa tepatnya pada posisi 13°-18° LS dan 105°-110° BT dan di laut lepas tepatnya pada posisi 28°-33° LS dan 85°-110° BT.

Laju pancing sedang (> 0,2 – 0,5) juga terdapat di sebelah barat Sumatera dan selatan Jawa, namun lokasinya lebih dekat dengan daratan tepatnya pada posisi 2° LU - 8° LS dan 95°-100° BT; serta pada posisi 8°-13° LS dan 100°-120° BT, sedangkan laju pancing rendah secara umum terdapat di laut lepas tepatnya pada posisi 13°-28° LS dan 75°-110° BT (Gambar 3).



Gambar 1. Rata-rata panjang cagak tuna mata besar pada periode 2005-2013.

Figure 1. Average of fork length of bigeye tuna in 2005-2013.



Gambar 2. Rata-rata laju pancing ikan tuna mata besar tertangkap rawai tuna pada periode 2005-2013.

Figure 2. Average of hook rate of bigeye tuna caught by tuna longline in 2005-2013.

Persentase panjang ikan tuna mata besar > 110 cm (L_m) tidak menunjukkan pola yang jelas. Persentase tinggi (> 70%) terdapat di sebelah barat Sumatera tepatnya pada posisi 2° LU - 3° LS dan 95°-100° BT, sebelah selatan Jawa tepatnya pada posisi 8°-13° LS dan 110°-115° BT dan di laut lepas tepatnya pada posisi 18°-23° LS dan 95°-100° BT, 23°-28° LS dan 105°-110° BT, 28°-33° LS dan 80°-85° BT, 28°-33° LS dan 90°-95° BT. Persentase sedang

(> 50% - 70%) juga terdapat di sebelah barat Sumatera tepatnya pada posisi 8°-13° LS dan 95°-105° BT, sebelah selatan Jawa tepatnya pada posisi 13°-23° LS dan 100°-115° BT dan sebelah selatan Nusa Tenggara tepatnya pada posisi 8°-13° LS dan 115°-125° BT.

Persentase rendah (< 50%) secara umum berada di laut lepas tepatnya pada posisi 13°-28° LS dan 75°-90° BT (Gambar 4). Pada Gambar 4 terdapat luasan yang kosong, namun pada Gambar 3, luasan tersebut terisi. Hal ini berarti tidak terdapat data ikan yang diukur panjangnya pada luasan tersebut, karena tidak semua ikan tuna mata besar yang tertangkap berhasil diukur panjangnya. Secara umum, ikan tuna mata besar yang tertangkap didominasi pada kisaran panjang cagak 121-125 cm. Sedangkan ikan tuna mata besar yang mempunyai panjang > 110 cm (L_m) sebesar 61,09% dari total hasil tangkapan ikan tuna mata besar. Kejadian ini berarti 61,09% dari total hasil tangkapan ikan tuna mata besar diindikasikan telah melakukan pemijahan sebelum ditangkap (Gambar 5).

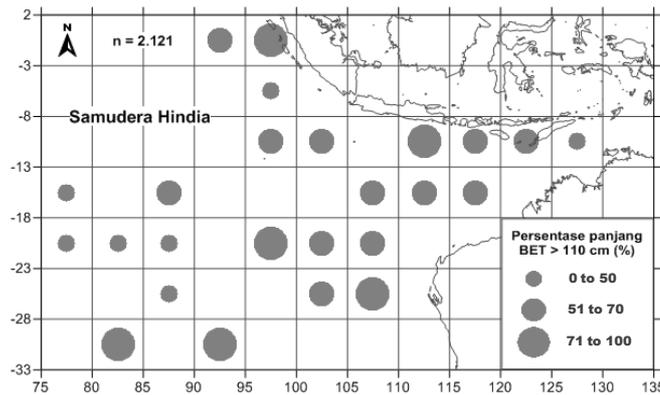
Distribusi Temporal

Penyebaran laju pancing ikan tuna mata besar berdasarkan bulan di Samudera Hindia menunjukkan perbedaan yang nyata (*One-way Anova*; $F_{1,11}=11,183$; $p<0,001$). Dengan uji *Anova* ini menunjukkan bahwa laju tangkap rata-rata tertinggi terjadi pada periode Agustus sebesar 0,54, hasil ini berbeda nyata dengan bulan-bulan lainnya (Gambar 6).

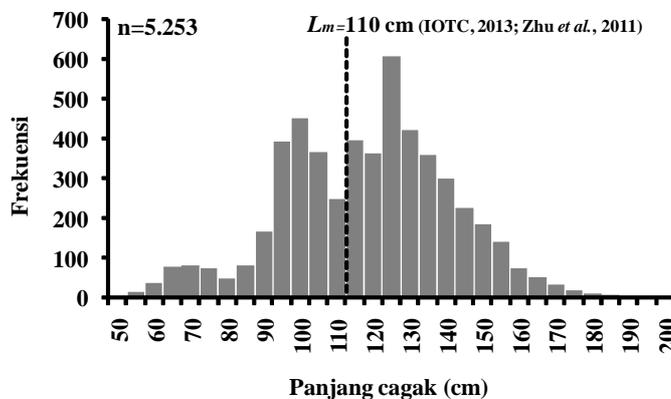
BAHASAN

Ikan tuna mata besar yang tertangkap kapal rawai tuna berasal dari Indonesia di Samudera Hindia berada pada lokasi dari 0°-33° LS dan 76°-128° BT. Jenis tuna ini memang tersebar secara merata di perairan Samudera Hindia wilayah barat maupun timur dan membentang dari 20° LU hingga 40° LS, namun di wilayah barat daya Samudera Hindia, tuna mata besar jarang ditemukan (Gillet, 2011).

Hasil tangkap tahunan tuna mata besar yang tertangkap berfluktuasi setiap tahunnya dengan laju

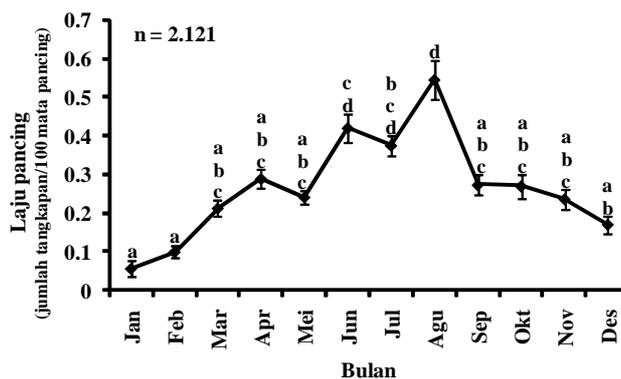


Gambar 4. Penyebaran ikan tuna mata besar yang mempunyai panjang > 110 cm (L_m).
 Figure 4. Distributions of bigeye tuna with length more than 110 cm (L_m).



Gambar 5. Sebaran panjang dan panjang pertama kali matang gonad (L_m) ikan tuna mata besar di Samudera Hindia Bagian Timur.

Figure 5. Length distributions and length at first maturity (L_m) of bigeye tuna in Eastern Indian Ocean.



Gambar 6. Rata-rata laju pancing bulanan tuna mata besar di Samudera Hindia Bagian Timur.

Figure 6. Average of monthly hook rate of bigeye tuna in Eastern Indian Ocean.

pancing rata-rata 0,30 ekor/100 mata pancing. Laju pancing tertinggi terjadi pada 2012 sebesar 0,39 ekor/100 mata pancing dan turun drastis pada tahun berikutnya. Hal ini disebabkan karena perbedaan daerah penangkapan. Jika pada 2012, daerah penangkapan rawai tuna paling jauh hingga lintang 33° LS dan bujur 85° BT, sedangkan pada 2013 paling jauh hanya pada lintang 14° LS dan bujur 100° BT. Selain itu, estimasi total hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Benoa juga menurun dari 2,7 juta ton pada tahun 2012 menjadi hanya 2,2 ton pada tahun 2013 (LPPT, 2013; LPPT, 2014).

Penyebaran secara spasial tuna mata besar yang direpresentasikan dengan laju pancing tidak menunjukkan pola tertentu. Hal ini terjadi karena perubahan daerah penangkapan ikan kapal rawai tuna yang beroperasi di Samudera Hindia. Laju pancing yang tinggi tidak hanya terdapat di dekat Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yaitu pada 2° LU -18° LS dan 90°-120° BT, namun juga terdapat di laut lepas pada 28°-33° LS dan 85°-100° BT. Beberapa faktor memang dapat mempengaruhi distribusi dan kepadatan ikan di laut seperti suhu dan ketersediaan makanan (Pillai & Satheeshkumar, 2012).

Distribusi temporal yang direpresentasikan dengan nilai laju pancing bulanan tuna mata besar tertinggi terjadi pada Agustus sebesar 0,54 ekor/100 mata pancing, kemudian diikuti periode Juni sebesar 0,42 ekor/100 mata pancing dan Juli sebesar 0,37 ekor/100 mata pancing. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Loka Penelitian Perikanan Tuna tentang Indeks Musim Penangkapan (IMP) ikan tuna di Samudera Hindia dengan studi kasus di PPP Tamperan, Pacitan, Jawa Timur. Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa musim penangkapan tuna di PPP Tamperan di duga berlangsung selama 6 bulan yaitu pada Mei hingga Oktober, dimana puncak musim penangkapannya terjadi pada Agustus (LPPT, 2014).

Jenis tuna mata besar diduga mempunyai panjang maximum lebih dari 200 cm, namun sebagian besar ikan mencapai panjang 180 cm atau setara dengan umur sekurang-kurangnya 3 tahun (Collete & Nauen, 1983). Dalam penelitian ini, panjang tuna mata besar didominasi oleh ikan berukuran panjang 121-125 cm dengan panjang maximum 195 cm. Dengan ukuran panjang tersebut, ikan masih berpeluang untuk melakukan reproduksi dimana nilai L_m sebesar 110 cm (IOTC, 2013; Zhu *et al.*, 2011). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lebih dari 60% tuna mata besar yang tertangkap mempunyai panjang > 110 cm. Hal ini berarti lebih dari 60% tuna mata besar yang tertangkap diindikasikan telah melakukan pemijahan sebelum ditangkap di Samudera Hindia Bagian Timur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis tuna mata besar menyebar secara merata di Samudera Hindia Bagian Timur dengan laju pancing tinggi berada di sebelah barat Sumatera dan selatan Jawa. Hasil tangkapan bulanan tuna mata besar tertinggi terjadi pada bulan Agustus dengan laju pancing sebesar 0,54 ekor/100 mata pancing. Hasil tangkapan tuna mata besar didominasi oleh ikan yang diindikasikan telah melakukan pemijahan sebelum ditangkap. Kapal rawai tuna Indonesia yang melakukan operasi penangkapan di Samudera Hindia Bagian Timur direkomendasikan untuk melakukan penangkapan di daerah yang memiliki persentase tinggi tuna mata besar yang memiliki panjang lebih dari 110 cm. Hal ini penting untuk menjaga kelestarian sumber daya tuna mata besar di Samudera Hindia.

PERSANTUNAN

Penelitian ini dibiayai dari kerjasama Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (P4KSI) dengan *Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR)* pada tahun 2005-2009, DIPA kegiatan riset Balai Penelitian

Perikanan Laut (BPPL) pada tahun 2010-2011 dan DIPA kegiatan riset Loka Penelitian Perikanan Tuna (LPPT) pada tahun 2012-2013. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada para pemantau ilmiah di Loka Penelitian Perikanan Tuna (LPPT) Benoa yang telah membantu dalam proses pengumpulan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Collete, H.B. & C.E. Nauen. 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An Annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*. No. 125, Vol. 2. Rome, Italy: FAO Press, 137 pp.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2012. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2011*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 190 pp.
- Espindola, F., R. Vega & E. Yanez. 2009. Identification of the spatial-temporal distribution pattern of swordfish (*Xiphias gladius*) in the southeastern Pacific. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(1): 43-57.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. *The state of world fisheries and aquaculture 2012*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy. 230 pp.
- Gillet, R. 2011. *Tuna for tomorrow: Information on an important Indian Ocean Fishery Resource*. Indian Ocean Commission-Smart Fish Programme. Mauritius, 55pp.
- Hamilton, A., A. Lewis, M.A. McCoy, E. Havice & L. Campling. 2011. *Market and industry dynamics in the global tuna supply chain*. Pacific Islands Forum Fisheries Agency. 396 pp.
- Indian Ocean Tuna Commission. 2013. *Report of the Fifteenth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas*. San Sebastian, Spain, 23-28 October 2013. 93 pp.
- International Seafood Sustainability Foundation (ISSF). 2013. *ISSF Tuna Stock Status Update, 2013(2): Status of the world fisheries for tuna. ISSF Technical Report 2013-04A*. International Seafood Sustainability Foundation, Washington, D.C., USA. 88 pp.
- International Union for Conservation of Nature. 2013. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Diunduh pada tanggal 21 Desember 2013.
- Klawe, W.L. 1980. Long lines catches of tunas within the 200 miles Economic zones of the Indian and Western Pacific Ocean. *Dev. Rep. Indian Ocean Prog.* 48:83 pp.
- Lehodey, P. 2001. The pelagic ecosystem of the tropical Pacific Ocean: dynamic spatial modelling and biological consequences of ENSO. *Progr. Oceanogr.*, 49:439-468.
- Loka Penelitian Perikanan Tuna. 2014. *Laporan Akhir Penelitian Sumber Daya Tuna Skala Kecil di Samudera Hindia Selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara*. Loka Penelitian Perikanan Tuna Benoa, Bali. 258 pp.
- Loka Penelitian Perikanan Tuna. 2013. *Laporan Enumerasi Perikanan Tuna Di Pelabuhan Benoa, Bali Tahun 2012*. Loka Penelitian Perikanan Tuna Benoa, Bali. 28 pp.
- Loka Penelitian Perikanan Tuna. 2014. *Laporan Enumerasi Perikanan Tuna Di Pelabuhan Benoa, Bali Tahun 2013*. Loka Penelitian Perikanan Tuna Benoa, Bali. 30 pp.
- Nakamura, H. 1969. *Tuna distributions and migration*. Fishing News (Books), London, 76 pp.
- Pillai, N.P. & P. Satheeshkumar. 2012. Biology, fishery, conservation and management of Indian Ocean tuna fisheries. *Ocean Sci. J.*, 47(4):411-433.
- Uktolseja J.C.B., B. Gafa & S. Bahar. 1991. Potensi dan penyebaran sumberdaya ikan tuna dan cakalang. Dalam: Martosubroto P., N. Naamin, B.B.A. Malik (editor). *Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta. 29-43 pp.
- Zhu, G.P., X.J. Dai, L.M. Song & L.X. Xu. 2011. Size at Sexual Maturity of Bigeye Tuna *Thunnus obesus* (Perciformes: scombridae) in the Tropical Waters: a Comparative Analysis. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 149-156.